

ANALISA KEKUATAN MEKANIK KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA (*COCOS NUCIFERA*) UNTUK PEMBUATAN PANEL PANJAT TEBING SESUAI STANDAR BSAPISuhdi¹, Sandra Mardhika², Firly Rosa³^{1,3}Staff Pengajar Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung²Sarjana Strata 1 Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung
Kawasan Kampus Terpadu Desa Balun Ijuk Kec. Merawang Kabupaten Bangka

Email : suhdi@ubb.ac.id

Abstrak

Komposit adalah suatu material yang terbuat dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Bahan komposit yang biasa digunakan adalah komposit sintesis yaitu komposit yang menggunakan serat karbon sebagai bahan penguat komposit *fiberglass*. Panel panjat tebing adalah bagian dari perlengkapan panjat tebing yang biasanya terbuat dari *fiberglass*, dimana syarat dan standar dari pembuatan panel panjat tebing telah ditentukan oleh BSAPI. Pada penelitian ini pembuatan panel panjat tebing dilakukan dengan menggunakan serat sabut kelapa (*cocos nucifera*) sebagai serat penguat yang telah dilakukan perendaman dalam NaOH 5% selama 2 jam, dilakukan menggunakan metode hand lay up, perbandingan resin dan katalis 1:100, perbandingan talk dan resin 1:1, dimensi benda uji yang dibuat menggunakan standar ASTM D638 untuk pengujian tarik dan ASTM D790 untuk pengujian lentur sesuai standar BSAPI. Dari pengujian didapatkan hasil uji tarik dan uji lentur yaitu kekuatan tarik 13,034 modulus elastisitas tarik 4359,322 Mpa, kekuatan lentur 24,515, modulus elastisitas lentur 3649,179. Jika dilihat dari hasil penelitian panel panjat tebing serat sabut kelapa maka kekuatan mekanik panel panjat tebing serat sabut kelapa belum mencapai kekuatan mekanik panel panjat tebing yang telah distandarkan oleh Badan Standarisasi dan Akreditasi Pemanjatan Indonesia (BSAPI).

Kata Kunci : Komposit, Serat Kelapa, Panel panjat tebing**Abstract**

*Composite is a material made from a combination of two or more materials to produce composite materials that have mechanical properties and the different characteristics of the constituent material. Composite material used is synthetic composite is a composite that uses carbon fiber as a reinforcing material for composite fiberglass. Rock climbing is part of rock climbing equipment are usually made of fiberglass and multiplex where the requirements and standard of rock climbing panel maker have been determined by BSAPI. Manufacture of panels of rock climbing is done by using coconut fiber (*cocos nucifera*) as reinforcement fibers that have been immersion in 5% NaOH for 2 hours. Manufacture of panels of rock climbing using hand lay up, the ratio of resin and catalyst is 1:100, the ratio talk and resin 1:1, the dimensions of the specimen are made using the standard ASTM D638 or tensile testing and ASTM D790 for testing bending BSAPI standard. The results obtained from testing the tensile and bending test is tensile strength 13,034 MPa tensile modulus of elasticity 4359,322 MPa, flexural strength 24,515 MPa flexural modulus of elasticity 3649,322 MPa. When see from the result from the results of the research panel climbing cocconut fiber is the mechanical strength of the rock climbing fiber panel coconut coil panel has not yet reached the mechanical strength of rock climbing that has been standardized by BSAPI.*

Key word : Composite, Coconut Fiber, Panel of Rock Clim

PENDAHULUAN

Penggunaan sabut kelapa banyak dimanfaatkan karena sabut kelapa memiliki sifat tahan lama, sangat ulet, kuat terhadap gesekan, tidak mudah patah, tahan terhadap air, tidak mudah membusuk, tahan terhadap jamur dan hama serta tidak dihuni oleh rayap dan tikus. Untuk itu, serat sabut kelapa menjadi alternatif perkembangan komposit, karena selain murah, mudah didapat juga sangat berlimpah. Penelitian tentang kekuatan mekanik komposit serat sabut kelapa menyatakan bahwa komposit serat sabut kelapa dengan NaOH selama 2 jam dengan veraksi volume memberikan pengaruh terhadap peningkatan kekuatan bending.

Komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Dewasa ini teknologi komposit mengalami kemajuan yang sangat pesat. Bahan komposit yang biasa digunakan adalah komposit sintesis yaitu komposit yang menggunakan serat karbon sebagai bahan penguat *fiberglass*. Fiber adalah sebuah material komposit atau plastik yang diperkuat serat yang kuat, ringan, tetapi mahal dan tidak bisa di daur ulang. *Fiberglass* sering digunakan untuk pembuatan pesawat, motor, mobil, kapal laut dan salah satu bahan komposit *fiberglass* adalah panel panjat tebing. Panel panjat tebing adalah bagian panjat tebing yang biasanya terbuat dari *fiberglass* dimana syarat dan standar dari untuk atau tidaknya komposit serat sabut kelapa digunakan untuk membuat panel panjat tebing.

METODE PENELITIAN

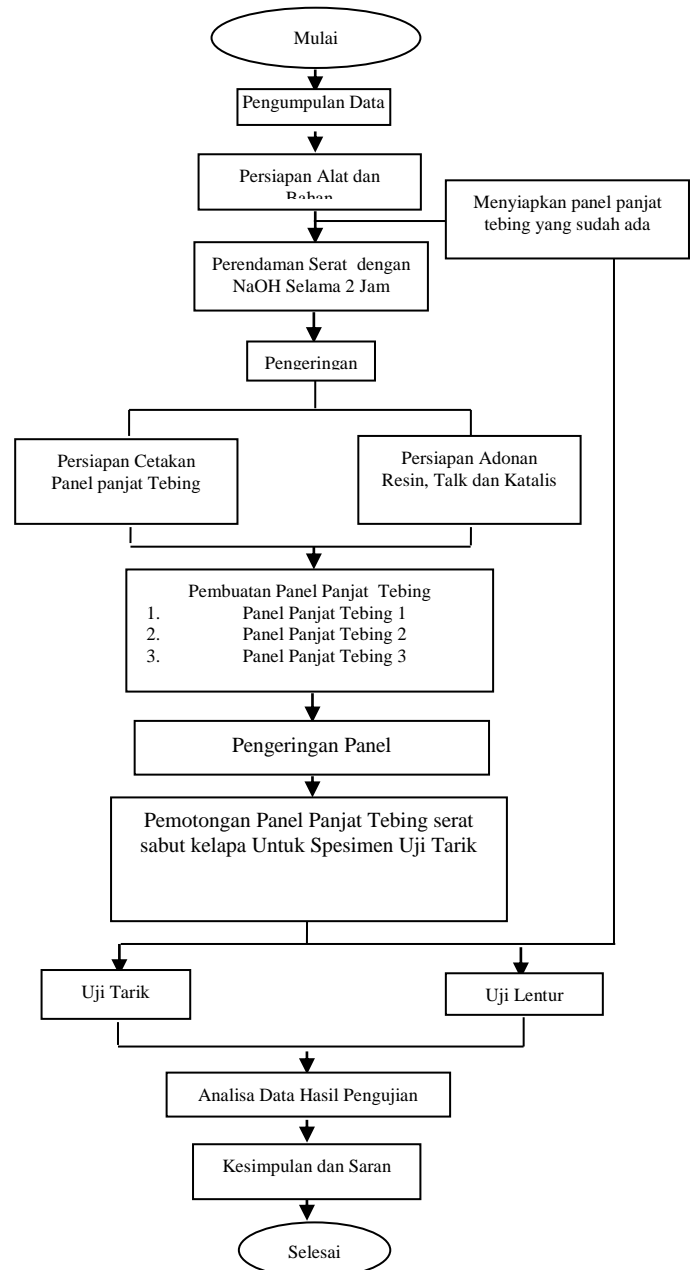
Dalam Penelitian yang dilakukan membuat 3 buah panel panjat tebing dengan ukuran 500mm² menggunakan serat buah kelapa (*Cocos Nucifera*) dengan perlakuan yang sama yaitu merendamkan dengan NaOH 5% selama 2 jam. Pembuatan panel menggunakan metode pengolesan atau biasa disebut *hand lay up* menggunakan cetakan dengan pencampuran resin dan talk 1:1, sedangkan campuran resin dan katalis dengan perbandingan campuran 100:1. Untuk spesimen pengujian mengacu pada ASTM D368 untuk uji tarik dan ASTM D790 untuk uji lentur dengan membandingkan dengan standar kekuatan tarik dan kekuatan lentur panel panjat tebing sesuai syarat dari BSAPI yaitu dengan melakukan pengujian

pada sampel bahan panel panjat tebing yang ada terbuat dari *fiberglass*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- Mesin Uji Tarik 20 KN
- Mesin Uji Lentur 20 KN

Rangkaian kegiatan penelitian digambarkan sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam Penelitian yang dilakukan membuat 3 buah benda uji panel panjat tebing yang terbuat dari serat sabut kelapa dengan rendaman NaOH 5% selama 2 jam dengan ukuran 500 mm² seperti pada gambar berikut:



Gambar 2. Panel Panjat Tebing

Dari setiap benda uji dipotong dan diuji menjadi 5 sampel untuk dilakukan proses pengujian.

1. Hasil Uji Tarik Komposit Berpenguat Serat Sabut Kelapa (*Cocos Nunifera*) dan *Fiberglass*

• Panel 1

Dari panel 1 dilakukan pembuatan sampel pengujian yang ditandai nomor spesimen 1,2,3,4 dan 5 dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil pengujian tarik pada panel panjat tebing 1

Uraian	Nomor Spesimen					Rata-Rata Hasil Pengujian
	1	2	3	4	5	
Panjang Lo (mm)	320	320	320	320	320	320
Panjang Li (mm)	320,852	320,78	320,869	320,756	320,69	320,789
Kekuatan Tarik (MPa)	10,883	16,5	13,947	13,339	11,503	13,250
Regangan (%)	0,266	0,27	0,27	0,236	0,215	0,251
Modulus Elastisitas (MPa)	3931,337	5769,759	4947,695	4662,942	2484,879	4359,322

Dari tabel 1 diatas didapatkan data bahwa benda uji 1,2,3,4 dan 5 untuk spesimen uji pada panel panjat tebing 1 Rata-rata kekuatan tarik yaitu : 13.25 Mpa, rata-rata regangan yang terjadi adalah 0,251 % dan rata-rata modulus elastisitas adalah 4359,322 Mpa.

• Panel 2

Dari panel 2 dilakukan pembuatan sampel pengujian yang ditandai nomor spesimen 6,7,8,9 dan 10 dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil pengujian tarik panel panjat tebing 2

Uraian	Nomor Pengujian					Rata-rata Hasil Pengujian
	6	7	8	9	10	
Panjang Lo (mm)	320	320	320	320	320	320
Panjang Li (mm)	320,894	320,957	320,8	320,0794	320,739	320,837
Kekuatan Tarik (MPa)	13,752	14,022	12,207	12,135	10,631	12,549
Regangan (%)	0,279	0,299	0,25	0,248	0,231	0,261
Modulus Elastisitas (MPa)	4793,089	4578,243	4682,41	4580,18	3037,423	4334,27

Dari tabel 2 diatas didapatkan data bahwa benda uji 6,7,8,9 dan 10 untuk spesimen uji pada panel panjat tebing 2 Rata-rata kekuatan tarik yaitu : 12,549 MPa, rata-rata regangan yang terjadi adalah 0,261 % dan rata-rata modulus elastisitas adalah 4334,27 Mpa.

• Panel 3

Dari panel 3 dilakukan pembuatan sampel pengujian yang ditandai nomor spesimen ditandai nomor spesimen 11,12,13,14 dan dan 15 dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil pengujian tarik komposit pada panel panjat tebing 3

Uraian	Nomor Spesimen					Rata-rata Hasil Pengujian
	11	12	13	14	15	
Panjang Lo (mm)	320	320	320	320	320	320
Panjang Li (mm)	321,072	321,088	320,803	321,056	320,662	320,936
Kekuatan Tarik (MPa)	14,198	14,057	10,894	14,46	10,231	12,768
Regangan (%)	0,335	0,34	0,251	0,33	0,207	0,293
Modulus Elastisitas (MPa)	4279,593	4221,216	4041,525	4458,42	2122,786	3824,708

Dari tabel 3 diatas didapatkan data bahwa benda uji 11,12,13,14 dan 15 untuk spesimen uji pada panel panjat tebing 3 Rata-rata

kekuatan tarik yaitu : 12,768 MPa, rata-rata regangan yang terjadi adalah 0,293 % dan rata-rata modulus elastisitas adalah 3824,708 Mpa.

- Panel fiberglass

Dari sampel panel *fiberglass* dilakukan pengujian yang ditandai nomor spesimen ditandai nomor spesimen 16,17 dan 18 dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil pengujian tarik komposit serat kaca (*fiberglass*)

Uraian	Nomor spesimen			Rata-rata Hasil Pengujian
	16	17	18	
Panjang Lo (mm)	320	320	320	320
Panjang Li (mm)	321,872	321,811	321,834	321,839
Kekuatan Tarik (MPa)	34,417	32,215	31,225	32,619
Regangan (%)	0,585	0,566	0,573	0,575
Modulus Elastisitas (MPa)	7499,726	6673,055	6989,843	7054,208

Dari hasil pengujian tarik panel panjat tebing serat kaca (*fiberglass*) didapatkan data dengan nomor spesimen 16,17 dan 18, adalah rata-rata kekuatan tarik yaitu : 32,619 MPa, rata-rata regangan yang terjadi adalah 0,575 % dan rata-rata modulus elastisitas adalah 7054,208 Mpa.

Berdasarkan hasil uji kekuatan tarik yang terjadi pada panel panjat tebing 1,2, dan 3 yaitu menggunakan serat sabut kelapa (*cocos nucifera*) dengan perlakuan NaOH 5% selama 2 jam sebagai penguat dan menggunakan metode pembuatan yang sama yaitu *hand lay up* terdapat perbedaan pada masing masing panel, dimana kekuatan tarik tertinggi terdapat pada panel panjat tebing 1 yaitu 13,250 dan yang terendah pada panel panjat tebing 2 yaitu 12,549 dengan nilai rata-rata kekuatan tarik yang panel panjat tebing serat sabut kelapa (*cocos nucifera*) adalah 13,034 Mpa.

Tabel 5. Nilai rata-rata kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas panel panjat tebing serat sabut kelapa (*cocos nucifera*)

Uraian	Panel PanjatTebing			Rata-rata
	1	2	3	
Kekuatan Tarik (MPa)	13,250	12,549	12,768	13,034
Regangan (%)	0,251	0,261	0,293	0,268
Modulus Elastisitas (MPa)	4359,322	4337,27	3824,708	4137,767

Untuk nilai modulus elastisitas yang dimiliki oleh setiap spesimen uji dapat dipengaruhi oleh kekuatan tarik dan regangan yang terjadi pada saat pengujian. Setelah dilakukan pengujian tarik dari masing-masing benda uji maka nilai modulus elastisitas dari panel panjat tebing memiliki perbedaan dimana modulus elastisitas tertinggi terjadi pada panel panjat tebing 1 yaitu : 4359,322 MPa dan yang terendah terdapat pada panel panjat tebing 3 yaitu : 3824,708 MPa, sehingga didapatkan rata-rata modulus elastisitas yang terjadi pada panel panjat tebing 1,2, dan 3 adalah 4137,767 Mpa, sedangkan rata rata regangan sebesar 0,268%.

Dari pengujian diatas dapat dilihat data perbandingan dari kekuatan tarik dan modulus elastisitas tarik dengan menggunakan metode D638 dari panel panjat tebing berserat sabut kelapa (*cocos nucifera*), serat kaca (*fiberglass*) dengan yang disyaratkan BSAPI. Bahwa hasil kekuatan tarik dari panel panjat tebing yang berserat sabut kelapa (*cocos nucifera*) yaitu: 13,034 MPa belum mampu mencapai kekuatan tarik yang disyaratkan oleh BSAPI yaitu : 22,6 MPa sedangkan panel panjat tebing yang berserat kaca (*fiberglass*) mencapai syarat kekuatan tarik dari BSAPI yaitu : 32,619 Mpa, seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut :

Tabel 6. Perbandingan kekuatan tarik dan modulus elastisitas tarik panel panjat tebing terhadap kekuatan tarik dan modulus elastisitas tarik yang disyaratkan BSAPI

Uraian	Panel PanjatTebing		
	SeratSabutKelapa	SeratKaca	Syarat BSAPI
KekuatanTarik (MPa)	13,034	32,619	22,6
Modulus ElastisitasTarik (MPa)	4173,767	7054,208	1569,1

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai modulus elastisitas tarik pada panel panjat tebing yang berserat sabut kelapa (*cocos nucifera*) yaitu: 4173,767 MPa dan panel panjat tebing yang berserat kaca (*fiberglass*) yaitu : 7054,208 MPa. mampu mencapai modulus elastisitas tarik yang disyaratkan oleh BSAPI syarat kekuatan tarik dari BSAPI yaitu : 1569,1 Mpa.

2. Hasil Uji Lentur Komposit Berpenguat Serat Sabut Kelapa (*Cocos Nucifera*) dan *Fiberglass*

Setelah pembuatan benda uji yang terbuat dari serat sabut kelapa (*cocos nucifera*) dilakukan pengujian lentur seperti gambar berikut :



Gambar 3. Pengujian lentur komposit berserat sabut kelapa

• Panel 1

Hasil pengujian lentur pada panel 1 dengan pengujian yang di tandai nomor spesimen 1,2,3,4 dan 5 didapatkan data berikut:

Tabel 7. Hasil pengujian lentur komposit berserat sabut kelapa (*Cocos Nacifera*) padapanel panjat tebing 1

Uraian	Nomor spesimen					Rata-rata HasilPengujian
	1	2	3	4	5	
KekuatanLentur (MPa)	26,174	23,065	26,919	24,333	25,855	25,269
DeformasiLentur (%)	0,776	0,712	0,879	0,709	0,797	0,775
Modulus ElastisitasLentur (MPa)	3106,207	3145,42	3135,915	3255,791	3101,131	3148,893

Dari hasil pengujian lentur panel 1 panjat tebing didapatkan data sebagai berikut, yaitu rata-rata kekuatan lentur adalah 25,269 MPa, rata-rata deformasi yang terjadi adalah 0,775 % dan rata-rata modulus elastisitas lentur adalah 3148,893Mpa.

• Panel 2

Hasil pengujian lentur pada panel 2 dengan pengujian yang di tandai nomor spesimen 6,7,8,9 dan 10 didapatkan data berikut :

Tabel 8. Hasil pengujian Lentur komposit berserat sabut kelapa (*Cocos Nacifera*) pada panel panjat tebing 2

Uraian	Nomor Spesimen					Rata-rata HasilPengujian
	6	7	8	9	10	
KekuatanLentur (MPa)	24,934	23,798	22,938	24,014	22,583	23,653
DeformasiLentur (%)	0,569	1,138	0,538	0,566	0,508	0,663
Modulus ElastisitasLentur (MPa)	3931,994	4520,611	4148,568	4092,973	4269,748	4192,779

Dari hasil pengujian lentur panel 2 panjat tebing didapatkan data sebagai berikut, yaitu rata-rata kekuatan lentur adalah 23,653 MPa, rata-rata deformasi yang terjadi adalah 0,653 % dan rata-rata modulus elastisitas lentur adalah 3605,868 Mpa.

- **Panel 3**

Hasil pengujian lentur pada panel 3 dengan pengujian yang di tandai nomor spesimen 11,12,13,14 dan 15 didapatkan data berikut:

Tabel 9. Hasil pengujian lentur komposit berserat sabut kelapa (*Cocos Nacifera*) pada panel panjat tebing 3

Uraian	Nomor Spesimen					Rata-rata Hasil Pengujian
	11	12	13	14	15	
Kekuatan Lentur (MPa)	25,634	22,374	24,762	24,812	25,539	24,624
Deformasi Lentur (%)	0,688	0,53	1,088	0,682	0,786	0,744
Modulus Elastisitas Lentur (MPa)	3438,15	4036,961	3902,417	3542,225	3109,58	3605,867

Dari hasil pengujian lentur panel 2 panjat tebing didapatkan data sebagai berikut, yaitu rata-rata kekuatan lentur adalah 24,624 MPa, rata-rata deformasi yang terjadi adalah 0,744% dan rata-rata modulus elastisitas lentur adalah 3605,867 Mpa.

- **Panel fiberglass**

Dari panel *fiberglass* dilakukan pembuatan sampel pengujian lentur yang ditandai nomor spesimen ditandai nomor spesimen 16,17 dan 18 dengan hasil sebagai berikut :

Tabel 10. Hasil pengujian lentur komposit serat kaca (*fiberglass*) pada panel panjat tebing

Uraian	Nomor Spesienn			Rata-rata Hasil Pengujian
	16	17	18	
Kekuatan Lentur (MPa)	62,461	58,801	51,391	57,551
Deformasi Lentur (%)	2,905	3,033	2,435	2,791
Modulus Elastisitas Lentur (MPa)	2656,105	2379,567	2358,717	2464,796

Dari hasil pengujian tarik panel panjat tebing serat kaca (*fiberglass*) didapatkan data sebagai berikut : rata-rata kekuatan lentur adalah 57,551 Mpa, rata-rata deformasi lentur adalah 2,791 % dan rata-rata modulus elastisitas lentur adalah 2464,796 Mpa.

Berdasarkan hasil uji kekutan Lentur yang terjadi pada panel panjat tebing 1, 2 dan 3 terdapat perbedaan dimana kekuatan lentur tertinggi terjadi pada panel panjat tebing 1

yaitu : 25,269 MPa dan yang terendah terdapat pada panel panjat tebing 2 yaitu : 23,653 MPa, dengan rata-rata kekuatan lentur 24,515 MPa.

Tabel 11. Nilai rata-rata kekuatan lentur, deformasi lentur, dan modulus elastisitas lentur setiap panel panjat tebing

Uraian	Panel PanjatTebing			Rata-rata
	1	2	3	
KekuatanLentur (MPa)	25,269	23,269	24,629	24,515
DeformasiLentur (%)	0,775	0,653	0,744	0,724
Modulus ElastisitasLentur (MPa)	3148,89	4192,779	3605,867	3649,179

Nilai deformasi lentur yang terjadi pada setiap spesimen uji dapat dipengaruhi oleh defleksi maksimum yang dialami setiap spesimen uji tersebut . Setelah dilakukan pengujian lentur dari masing-masing benda uji maka didapatkan hasil deformasi lentur tertinggi terdapat pada panel panjat tebing1 yaitu 0,775 % dan yang terendah terdapat pada panel panjat tebing 2 yaitu 0,653 %, sehingga rata-rata deformasi lentur maksimum yang terjadi pada panel panjat tebing 1,2, dan 3 adalah 0,724 %.

Modulus elastisitas lentur yang dimiliki oleh setiap spesimen uji dapat dipengaruhi oleh kekuatan lentur dan deformasi lentur yang terjadi pada saat pengujian. Nilai rata-rata modulus elastisitas lentur yang terjadi pada panel panjat tebing 1,2, dan 3 adalah 3749,179 Mpa. Berdasarkan data hasil pengujian perbandingan dari kekuatan lentur dan modulus elastisitas lentur dengan menggunakan metode ASTM D790 dari panel panjat tebing berserat sabut kelapa (*cocos nucifera*), serat kaca (*fiberglass*) dengan yang disyaratkan BSAPI. Seperti tabel berikut :

Tabel 12. Perbandingan kekuatan lentur dan modulus elastisitas lentur panel panjat tebing terhadap kekuatan lentur dan modulus elastisitas lentur yang disyaratkan BSAPI

Uraian	Panel PanjatTebing		
	Serat Sabut Kelapa	Serat Kaca	Syarat BSAPI
KekuatanLentur (MPa)	24,515	57,551	112,8
Modulus ElastisitasLentur (MPa)	3749,179	2426,796	3236,2

Dari tabel 12 di atas dapat dilihat bahwa hasil kekuatan lentur dari panel panjat tebing yang

berserat sabut kelapa (*cocos nucifera*) dengan menggunakan metode ASTM D790 yaitu: 24,515 MPa belum mampu mencapai kekuatan lentur yang disyaratkan oleh BSAPI yaitu : 112,8 MPa sedangkan panel panjat tebing yang berserat kaca (*fiberglass*) belum mencapai syarat kekuatan lentur dari BSAPI yaitu : 57,551 Mpa, sedangkan hasil modulus elastisitas lentur dari panel panjat tebing yang berserat sabut kelapa (*cocos nucifera*) yaitu: 3749,179 MPa mampu mencapai modulus elastisitas lentur yang disyaratkan oleh BSAPI yaitu : 3236,2 MPa dan panel panjat tebing yang berserat kaca (*fiberglass*) belum mencapai syarat modulus elastisitas lentur dari BSAPI yaitu : 2464,796S MPa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan maka diambil kesimpulan bahwa:

1. Rata-rata kekuatan mekanis yang diperoleh komposit serat kelapa untuk pembuatan panel panjat tebing yaitu : kekuatan tarik 13,034Mpa, modulus elastisitas tarik 4359,322Mpa, kekuatan lentur 24,515 Mpa, modulus elastisitas lentur 3649,179 Mpa.
2. Panel panjat tebing yang menggunakan serat sabut kelapa tidak bisa digunakan untuk panel panjat tebing karena kekuatan mekanis panel panjat tebing serat sabut kelapa belum mencapai kekuatan mekanis yang distandarkan oleh BSAPI. Disebabkan oleh panel panjat tebing yang berserat sabut kelapa ikatan seratnya tidak sekuat ikatan serat *fiberglass* karena masih terdapat rongga-rongga diantara serat sedangkan lembaran dari *fiberglass* ikatan seratnya rapat dan pada proses pembuatan komposit dengan metode *hand lay up* keterampilan pembuat komposit mempengaruhi hasil dari komposit yang dibuat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwi Prasetyo. 2010. *Alat Penempat Jig Dan Fixture*. (online), (Prasetyodwisaputro.blogspot.com/2010/09/jig-and-fixture.html, diakses 14 Agustus 2014).
- [2] <http://eatrenkz.blogspot.com/2012/06/bab-ii-pengertian-komposit-secara-luas.html> /diakses pada tanggal 04 maret 2015.
- [3] Danial Andri Porwanto dan Lizda Johar. Karakteristik Komposit Berpenguat Serat Bambu Dan Serat Gelas Sebagai Alternatif Bahan Baku Industri.
- [4] Gita,A.S. 23 Juli 2013, *pohon kelapa, kandungan, manfaat, dan klarifikasi kelapa*.
- [5] Nurmailita. 2010. *The Effect OF Coconut Coir Fiber Orientation With Polyester Resin On Characterizing Sheet Board*.
- [6] Badan Standarisasi dan Akreditasi Pemanjatan Indonesia.2007 *Detil Standard: Panel Panjat Tebing Artifisial Fibreglass*.
- [7] <https://fiberglassajm.wordpress.com/2012/01/15/pengertian-fiberglass/diakses-padatanggal-2-maret-2015>.
- [8] Diharjo, K., 2006. Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester. Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin UNS:10-13
- [9] Oroh, j.dkk, 2006. Analisa Krkuatan Mekanik Material Komposit dari Serat Sabut Kelapa . Teknik Mesin Universitas san Ratulagi Manado.
- [10]http://faisal_pupa.blogspot.com/2011/09/metoda-pembuatan-komposit.html /diakses 5 maret 2015.
- [11]Tri, H.K. 2012. Alternatif Pengganti Serat Karbon (*Chopped Strand Mat*) Dengan Memanfaatkan Serat Buah Kelapa (*Cocos Nucifera*) Dan Serat Tumbuhan Kantung Semar (*Nepentes*) Pada Sebuah Struktur. Skripsi tidak diterbitkan. Bangka Belitung : Universitas Bangka Belitung.
- [12]Rafiuddin, S & Zulkifli, D. 2012. *Analisa Sifat Mekanis Tenunan Serat Rami Jenis Basket Tipe S 3/12 Dengan Matriks Epoksi Resin (Kekuatan Bending)*.
- [13]ASTM D 790-02 *Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Rainforced Plastics and Electrical Insulating Materials*.